



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIA**  
**AMBIENTAIS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**



**INCIDÊNCIA NATURAL DE DOENÇAS FÚNGICAS EM VARIEDADES DE**  
**CANA-DE-AÇÚCAR EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO**

**JOSÉ GABRIEL DE BRITO FILHO**

**AREIA-PB**  
**JULHO – 2018**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

F481i Filho, Jose Gabriel de Brito.

INCIDÊNCIA NATURAL DE DOENÇAS FÚNGICAS EM VARIEDADES DE  
CANA-DE-AÇÚCAR EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO /  
Jose Gabriel de Brito Filho. - João Pessoa, 2018.  
27 f.

Orientação: Guilherme Silva.

Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Calagem; Puccinia spp.; Ustilagos citaminea; Collet.  
I. Silva, Guilherme. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

**JOSÉ GABRIEL DE BRITO FILHO**

**INCIDÊNCIA NATURAL DE DOENÇAS FÚNGICAS EM VARIEDADES DE  
CANA-DE-AÇÚCAR EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO**

Trabalho de graduação apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia  
do Centro de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal da Paraíba,  
como parte das exigências para  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

**Orientador:** Prof. Dr. Guilherme Silva de Podestá

AREIA – PB  
JULHO DE 2018

**JOSÉ GABRIEL DE BRITO FILHO**

**INCIDÊNCIA NATURAL DE DOENÇAS FÚNGICAS EM VARIEDADES DE  
CANA-DE-AÇÚCAR EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO**

**Trabalho Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Guilherme Silva de Podestá  
DFCA/CCA/UFPB  
**Orientador**

---

Prof. Dr. Fabio Mielezrski  
DFCA/CCA/UFPB  
**Examinador**

---

Mirelly Miguel Porcino  
Doutoranda em Agronomia  
(PPGA/CCA/UFPB)  
**Examinador**

AREIA – PB  
JULHO DE 2018

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por te me concebido a força de vontade, saúde e paciência para superar todas as barreiras e dificuldades.

Aos meus Pais e irmão, pelos incentivos e palavras de conforto que me foram oferecidas, quando as coisas pareciam ficar mais difíceis, por todo esforço, todo sacrifício feito para que eu alcançasse essa etapa tão especial e esperada em minha vida.

A minha Avó Josefa pelos cuidados e incentivos sempre procurando uma forma de incentivar a estudar.

Ao meu eterno Tio Paim, pela força, pelos incentivos, cuidados, sempre mostrando que tudo iria dá certo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Guilherme Silva de Podestá, pelo apoio, orientações e incentivos que me foi oferecido.

A UFPB pela oportunidade de me tornar um Engenheiro Agrônomo e pela direção administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Aos meus amigos que colaboraram sempre, me dando força e incentivos, com palavras que tiveram um peso enorme para chegar aonde cheguei hoje.

Ao meu Tio João pela hospedagem durante esses 5 anos e todo apoio oferecido.

Ao Primo Fernando por todo cuidado, atenção oferecidos durante esses 5 anos.

E aos demais que de certa forma contribuíram de forma direta ou indireta para minha formação.

## SUMÁRIO

TABELAS .....	I
FIGURAS .....	II
RESUMO .....	III
ABSTRACT .....	IV
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO .....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
3.1. Aspectos Gerais e Importância da Cana-de-açúcar .....	4
3.2. Principais Doenças Fúngicas Foliares da Cana-de-açúcar .....	5
3.3. Calagem no Manejo de Doenças .....	6
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	8
4.1. Local do Experimento .....	8
4.2. Caracterização do Experimento .....	8
4.3. Coleta e Isolamento .....	8
4.4. Identificação dos Patógenos.....	8
4.5. Análise Estatística.....	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	10
6. CONCLUSÃO .....	14
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

## **TABELAS**

	Página
Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado como substrato.....	8
Tabela 1. Incidência de carvão, podridão vermelha e ferrugem em cana-de-açúcar, na ausência e presença de calcário.....	22

## FIGURAS

	Página
<p>Figura 1. Sintomas de carvão de cana-de-açúcar, causada pelo fungo <i>Ustilagos citaminea</i>(A) podridão vermelha, causada pelo fungo <i>Colletotrichum falcatum</i> (B) e ferrugem, causada por <i>Puccinia</i> sp. (C).....</p>	20
<p>Figura 2. Estruturas do fungo <i>Ustilagos citamínea</i> (A) <i>Colletotrichum falcatum</i> (B)e <i>Puccinia</i> sp. (C) visualizadas em microscópio óptico.....</p>	20



BRITO FILHO, J. G. **Incidência natural de doenças fúngicas em variedades de cana-de-açúcar em resposta a aplicação de calcário.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB. 2018.

**RESUMO:** O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, no entanto, vários fatores afetam a produtividade dessa cultura, entre eles, estão o uso inadequado de tecnologias de campo, o cultivo permanente de poucos genótipos e problemas fitossanitários. Com relação aos problemas fitossanitários, a aplicação de calcário para elevar o pH do solo geralmente apresenta bons resultados na redução da incidência de doenças fúngicas. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a incidência de doenças fúngicas em plantios de cana-de-açúcar na presença e ausência de calcário. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 10, em que 10 cultivares (Genótipo 01, Genótipo 02, RB 93509, RB002754, VAT90-212, RB962962, RB863129, RB992506, SP79-1011, RB951541) foram cultivadas em solo na presença e ausência de correção com calcário. A aplicação do calcário foi com base na análise do solo. Em cada parcela do experimento, foram coletadas folhas que apresentavam sintomas de doenças. Após a coleta, o material foi enviado para laboratório para realização da identificação. Identificação foi realizada através de preparo de lâminas e visualização de estruturas fúngicas sob microscópio óptico. No campo, as doenças foram quantificadas de acordo com as observações visuais dos sintomas, examinando-se plantas doentes em cada parcela. Foi observada a presença de carvão, podridão vermelha e ferrugem. Nas variedades estudadas, apenas a variedade SP79-1011 apresentou sintomas de carvão, tanto na presença como na ausência de calcário. Todas as variedades apresentaram a incidência de podridão vermelha. Apenas a variedade RB002754 foi acometida por ferrugem na presença de calcário, demonstrando a influência positiva deste insumo na ocorrência desta doença. As variedades RB962962, RB992506 e VAT90-212 não apresentaram sintomas de ferrugem, tanto na presença quanto na ausência de calcário. Todas as variedades são suscetíveis à podridão vermelha e a aplicação do calcário influenciou positivamente na redução da incidência da ferrugem na cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** Calagem; *Puccinia* spp.; *Ustilagos citaminea*; *Colletotrichum falcatum*.

BRITO FILHO, J. G. **Natural incidence of fungal diseases in deana-sugar varieties in response to the application of limestone.** Course Completion Work (Graduation in Agronomy), Federal University of Paraíba, Areia, PB. 2018.

**ABSTRACT:** Brazil is the world's largest producer of sugarcane, however, several factors affect the productivity of this crop, among them are the inadequate use of field technologies, the permanent cultivation of few genotypes and phytosanitary problems. With regard to phytosanitary problems, the application of limestone to raise soil pH generally shows good results in reducing the incidence of fungal diseases. Therefore, the objective of this work was to evaluate the incidence of fungal diseases in sugarcane plantations in the presence and absence of limestone. The experimental design was a randomized block design, in a 2 x 10 factorial scheme, in which 10 cultivars (Genotype 01, Genotype 02, RB 93509, RB 00 2754, VAT 90 212, RB 96 2962, RB 86 3129, RB 99 2506, SP 79 1011, RB 95 1541) were used. cultivated in soil in the presence and absence of correction with limestone. The application of limestone was based on soil analysis. In each part of the experiment, leaves were collected that showed symptoms of diseases. After the collection, the material was sent to the laboratory to carry out the identification. Identification was performed through preparation of slides and visualization of fungal structures under an optical microscope. In the field, the diseases were quantified according to the visual observations of the symptoms, by examining diseased plants in each plot. The presence of charcoal, red streak and rust was observed. In the studied varieties, only SP 791011 showed symptoms of charcoal, both in the presence and absence of limestone. All varieties showed the incidence of red rot. Only the variety RB 00 2754 was affected by rust in the presence of limestone, demonstrating the positive influence of this input on the occurrence of this disease. The varieties RB 96 2962, RB 99 2506 and VAT 90 212 showed no symptoms of rust, both in presence and absence of limestone. All varieties are susceptible to red rot and the application of limestone has positively influenced the reduction of the incidence of rust on sugarcane.

**Keywords:** Liming; *Puccinia* spp .; *Ustilago scitaminea*; *Colletotrichum falcatum*.

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância social e econômica, onde constitui uma importante fonte de emprego e renda nas cidades produtoras e sua principal matéria-prima é utilizada para a fabricação do açúcar e do álcool (etanol), além disso, os produtos derivados incluem melaço, cachaça e resíduos gerados podem ser utilizados na alimentação animal (BELLÉ et al., 2014).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma área cultivada de aproximadamente 8,84 milhões de hectares, produção média de 646,63 milhões de toneladas e produtividade de 73,27 toneladas por hectare (CONAB, 2018). No entanto, o aumento da produção tem ocorrido muito mais devido ao incremento da área cultivada do que pelo crescimento da produtividade ou do rendimento, que vem se mantendo estável e baixo (AGUIAR e SOUZA, 2014).

Diversos são os fatores que afetam a produtividade dessa cultura, entre eles, estão o uso inadequado de tecnologias de campo, o cultivo permanente de poucos genótipos e problemas fitossanitários, responsáveis por prejuízos econômicos significativos (BELLÉ et al., 2014).

Entre as doenças que causam danos econômicos relevantes a essa cultura, estão a ferrugem, causada pelo fungo *Pucciniaspp.* (NECHET et al., 2016), o carvão, que tem como agente causal o fungo *Ustilagoscitaminea* (RAGO et al., 2009) e apodridão vermelha, causada pelo fungo *Colletotrichumfalcatum* (NECHET et al., 2016).

Essas doenças estão distribuídas em todas as principais regiões canavieiras do Brasil e são responsáveis por causar danos no sistema foliar das plantas infectadas, afetando a taxa fotossintética e vias correlatas, resultando em reduções na altura e diâmetro dos colmos e na quantidade de perfilhos, comprometendo significativamente a produção (HOY e HOLLIER, 2009). O desencadeamento e desenvolvimento das infecções é afetado principalmente pela temperatura, umidade e acidez do solo (RUARO et al., 2010).

O principal método de controle de praticamente todas as doenças na cana-de-açúcar é o uso de cultivares resistentes (BALSALOBRE et al., 2016). Além desse método, algumas práticas culturais podem reduzir a incidência de patógenos em áreas de cultivo, como a utilização de calagem, sendo este um fator ambiental de fácil manipulação a ser empregado na redução das doenças e que também influencia na suscetibilidade da planta aos patógenos (RUARO et al., 2010).

A aplicação de calcário para elevar o pH do solo geralmente apresenta bons resultados na redução da incidência de doenças fúngicas (RUARO et al., 2010), tornando o ambiente desfavorável ao crescimento de fungos. Além disso, entre outros benefícios da calagem, a mesma também tem como objetivo fornecer suprimentos de cálcio para as plantas, que é um nutriente que tem função estrutural da parede celular, mais especificamente da lamela média, tornando-a mais rígida (TAIZ e ZAIGER, 2013), com isso, plantas bem nutridas são mais resistentes ao ataque de patógenos (MARTIELLO et al., 1997).

São escassas pesquisas relacionadas às principais doenças da cana-de-açúcar e a relação dessa com aplicação de calcário no Nordeste, tornando-se assim fundamental a execução de trabalhos que permitam fornecer informações aos produtores para que possam estabelecer futuras estratégias de controle para esses patógenos, aumentando, conseqüentemente, a produção e produtividade dessa cultura.

## **2. OBJETIVO**

Avaliar a incidência de doenças fúngicas em plantios de cana-de-açúcar na presença e ausência de calcário.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Aspectos Gerais e Importância da Cana-de-açúcar

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), com uma produção de 633,26 milhões de toneladas em uma área de 8,73 milhões de hectares na safra de 2017/2018, tendo São Paulo, Goiás e Minas Gerais como os três principais estados produtores, com uma produção de aproximadamente 368,9; 70,6 e 65,0 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas do Brasil e possui uma grande expressão tanto do ponto de vista econômico quanto social, pois sua principal matéria-prima é utilizada para a fabricação do açúcar e do álcool (etanol), além disso, os produtos derivados incluem melaço, cachaça e resíduos gerados podem ser utilizados na alimentação animal, além da geração de empregos diretos e indiretos (BELLÉ et al., 2014).

A Paraíba é responsável por uma produção de 5.829,5 mil toneladas com uma produtividade média de 48.742 kg/ha, sendo que 21% da cana-de-açúcar esmagada foi destinada para produção de açúcar e 79% para o etanol, devido o cenário econômico favorável para o etanol em relação ao açúcar (CONAB, 2018).

Além da sua importância na alimentação humana e animal, a cana-de-açúcar é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustível, devido seu grande potencial na produção de etanol e subprodutos. Além da produção de etanol e açúcar, as unidades de produção têm buscado operar com maior eficiência, inclusive com geração de energia elétrica, auxiliando na redução dos custos e contribuindo para a sustentabilidade da atividade (CONAB, 2018).

Diversos são os fatores que afetam a produção dessa cultura, entre eles, estão o uso inadequado de tecnologias de campo, o cultivo permanente de poucos genótipos e problemas fitossanitários, responsáveis por prejuízos econômicos significativos (BELLÉ et al., 2014). Dentre os aspectos sanitários, várias doenças, causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides são responsáveis por danos expressivos nessa cultura e dentre estes patógenos, os principais estão relacionados aos que causam manchas foliares, sendo as fúngicas mais frequentes (NECHET et al., 2016).

### 3.2. Principais Doenças Fúngicas Foliares da Cana-de-açúcar

Segundo Dinardo-Miranda e Fracasso (2013) o aumento da frequência de problemas fitossanitários em áreas de cultivo de cana-de-açúcar, se deve a práticas, como a redução das queimadas e a manutenção da palhada em áreas de cana crua, cultivo mínimo, plantio direto, medidas que conservacionistas, que tendem a reduzir a degradação da área de cultivo, no entanto, influenciam, ao longo dos cultivos, na fitossanidade.

E dentre as doenças fúngicas que vem aumentando sua frequência, estão as que causam problemas foliares, sendo a ferrugem alaranjada, causada pelo fungo *Puccinia kuehnii* (Krüger) Butler (LIMA et al., 2017), ferrugem marrom, causada por *Puccinia melanocephala* H. & P. Sydow. (BARRETO et al., 2017), o carvão, que tem como agente causal o fungo *Ustilago scitaminea* (RAGO et al., 2009) e a podridão vermelha, causada pelo fungo *Colletotrichum falcatum* (NECHET et al., 2016) que causam danos expressivos a essa cultura. Isso foi observado por NECHET et al. (2016), onde relataram que nos últimos três anos, observou-se uma alta incidência das doenças fúngicas foliares em fazendas comerciais nos municípios de Iracemápolis (variedade CTC-04), Araras (RB-845210) e Guaíra (RB-867515 e IAC95- 500), no estado de São Paulo.

Os principais sintomas da ferrugem alaranjada, causada pelo fungo *Puccinia kuehnii* (Krüger) Butler, são manchas cloróticas nas folhas mais jovens, observadas comumente na face inferior da folha, que evoluem rapidamente e coalescem em variedades altamente suscetíveis, causando a necrose das folhas e na superfície inferior da folha, podem-se notar estruturas, denominadas com pústulas, onde são produzidos os esporos, que rompem e disseminam os facilmente (LIMA et al., 2017).

Na ferrugem marrom, que tem como agente causal *Puccinia melanocephala* H. & P. Sydow, os sintomas são restritos basicamente as folhas, iniciando com pontuações cloróticas, que se alongam rapidamente sobre a superfície da folha, inicialmente com coloração amarelada, evoluindo para avermelhada a preta nos estágios finais. As folhas atacadas exibem pústulas salientes, que apresentam coloração amarelada a marrom-escuro, em função da massa de uredinósporos (TOKESHI e RAGO, 2005).

Os sintomas do carvão, doença causada pelo fungo *Ustilago scitaminea*, são plantas com apêndice semelhante a chicote produzido no ápice dos colmos ou de brotações laterais, do qual é liberado um pó preto constituído de esporos do fungo. Os

colmos afetados são mais finos e curtos e a touceira pode apresentar superbrotamento e nanismo, tomando a aparência de touceira de capim (MATSUOKA, 2013).

Os sintomas foliares associado ao fungo *Colletotrichum falcatum*, agente causal da podridão vermelha, são tipicamente distribuídos na nervura central das folhas, o que facilita a identificação da doença, sendo inicialmente ovaladas de coloração bege e circundadas por halo vermelho, e com o progresso da doença as lesões tornam-se maiores e assumem coloração vermelho-amarronzada, tornando-se escuras quando mais velhas, podendo em uma mesma área encontrar plantas com diferentes níveis de severidade, com sintomas de pequenas lesões isoladas até o avermelhamento completo da nervura central (NECHET et al., 2016).

Esses patógenos são facilmente disseminados pelas áreas de cultivos, seus esporos podem se deslocar por grandes distâncias, principalmente através de correntes de ar (vento) e da chuva (MATSUOKA, 2013), e estão largamente distribuídas nas principais áreas canavieiras do Brasil, causando danos expressivos no sistema foliar das plantas infectadas, afetando a taxa fotossintética, resultando em reduções na altura e diâmetro dos colmos e na quantidade de perfilhos, comprometendo significativamente a produção (HOY e HOLLIER, 2009). A intensidade dos danos variam de acordo com a resistência da variedade, temperatura, umidade do local onde estão sendo cultivadas e manejo da cultura (RUARO et al., 2010).

O principal método de controle de praticamente todas as doenças na cana-de-açúcar é o uso de cultivares resistentes (BALSALOBRE et al., 2016). No entanto, mesmo a resistência das plantas à doenças ser geneticamente controlada, a mesma poderá ser afetada pelos fatores ambientais, que é um fator que pode ser manipulado (RUARO et al., 2009). Com isso, algumas práticas culturais podem reduzir a incidência de patógenos em áreas de cultivo, a exemplo da utilização de calagem (RUARO et al., 2010).

### 3.3. Calagem no Manejo de Doenças

A aplicação de calcário para elevar o pH do solo geralmente apresenta bons resultados na redução da incidência de doenças fúngicas (RUARO et al., 2010), por tornar o ambiente desfavorável ao crescimento de patógenos fúngicos (MACCHERONI et al., 2004).



Além de eliminar a acidez do solo e desfavorecer o crescimento do patógeno, a calagem também tem como objetivo fornecer suprimentos de cálcio e magnésio para as plantas, e ainda, propicia melhor estruturação dos solos e maior desenvolvimento radicular, o que favorece a disponibilidade e absorção dos outros nutrientes, aumenta a mineralização da matéria orgânica com consequente maior disponibilidade de nutrientes e a maior resistência ao estresse hídrico (CORREA e MORAIS FILHO, 2001). Todos esses benefícios favorecem o desenvolvimento da planta, tornando-a bem nutrida e, consequentemente, mais resistente ao ataque de patógenos (MARTIELLO et al., 1997).

No triângulo que determina a doença (ambiente-patógeno-hospedeiro), os nutrientes podem afetar direta ou indiretamente o hospedeiro, o patógeno e o meio ambiente, quando a falta predispõe as plantas de ser atacadas pelos patógenos, atuando direta ou indiretamente; ao ser bem nutridas e com isso induzir a resistência ou tolerância ao ataque do patógeno; reduzindo ou aumentando a severidade das doenças; e afetando o ambiente que tanto pode favorecer como desfavorecer o desenvolvimento dos patógenos (ZAMBOLIM et al., 2001). Neste sentido, a calagem tanto pode atuar diretamente quando afeta o ambiente, desfavorecendo o crescimento do patógeno quanto indiretamente por favorecer o fornecimento de nutriente as plantas, tornando-as menos suscetíveis ao ataque do patógeno.

O efeito da calagem foi observado por Ruaro et al. (2010), onde verificaram que a elevação do pH do solo visando a supressividade do solo à *Plasmodiophorab brassicae* apresenta resultados positivos em solos com concentrações baixas ou médias de inóculo do patógeno e Ruaro et al. (2009) constataram que o plantio de couve-chinesa em solo com pH maior que 6,5 associado à aplicação de 10 a 30 mg.kg<sup>-1</sup> de boro e o uso do nitrato de cálcio como fonte de adubação nitrogenada apresentam resultados positivos na redução de *P. brassicae*. Santos et al. (2017) também observaram que calagem reduziu a severidade de *P. brassicae* aumentou o crescimento radicular e a produtividade de couve-flor.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Local do Experimento

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental Chã de Jardim e no Laboratório de Fitopatologia (LAFIT) pertencente ao Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia- PB.

### 4.2. Caracterização do Experimento

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 10, em que 10 cultivares (Genótipo 01, Genótipo 02, RB 93509, RB002754, VAT90-212, RB962962, RB863129, RB992506, SP79-1011, RB951541) de cana-de-açúcar submetidas a presença e ausência de calcário. A parcela foi constituída pelo fator calcário e a subparcela pelo fator cultivar. Cada subparcela teve 21,6 m<sup>2</sup> de área útil, constituindo uma área total de 86,4 m<sup>2</sup> por tratamento, ocupando uma área total de 2073,6 m<sup>2</sup>. Foi feita a aplicação do calcário dolomítico, na quantidade 4,5 t/ha de calcário. Segundo Embrapa (2013), o solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico Psamítico típico, textura franca.

A aplicação do calcário foi realizada de acordo com análise do solo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização química do solo utilizado como substrato.

pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	P	S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> -----Mg/dm <sup>3</sup> -----	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SB	CTC	M.O g/kg
6,0	2,40	-----	28,40	0,05	5,49	0,10	0,81	0,30	1,23	6,72	36,72

P, K, Na Extrator Mehlich 1;  
H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0;  
Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M;  
SB: Soma de Bases Trocáveis;  
CTC: Capacidade de Troca Catiônica;  
M.O. Matéria Orgânica - Walldey-Black.

### 4.3. Coleta e Isolamento do Patógenos

Em cada parcela do experimento, foram coletadas folhas que apresentavam sintomas de doenças. Após a coleta, o material foi enviado para laboratório para realização da visualização e identificação das estruturas fúngicas.

Devido os patógenos serem fungos biotróficos, que sobrevivem apenas em tecido vegetal vivo, os órgãos infectados foram deixados em câmara úmida durante 1 a 2 dias e, posteriormente, foi realizada a identificação.

#### 4.4. Identificação dos Patógenos

Identificação no laboratório foi realizada através de preparo de lâminas e visualização de estruturas fúngicas sob microscópio óptico. No campo, as doenças foram quantificadas de acordo com as observações visuais dos sintomas, examinando-se plantas doentes em cada parcela.

#### 4.5. Análise Estatística

Os resultados foram expressos em porcentagem de plantas infectadas pelos patógenos incidentes na área de cultivo.

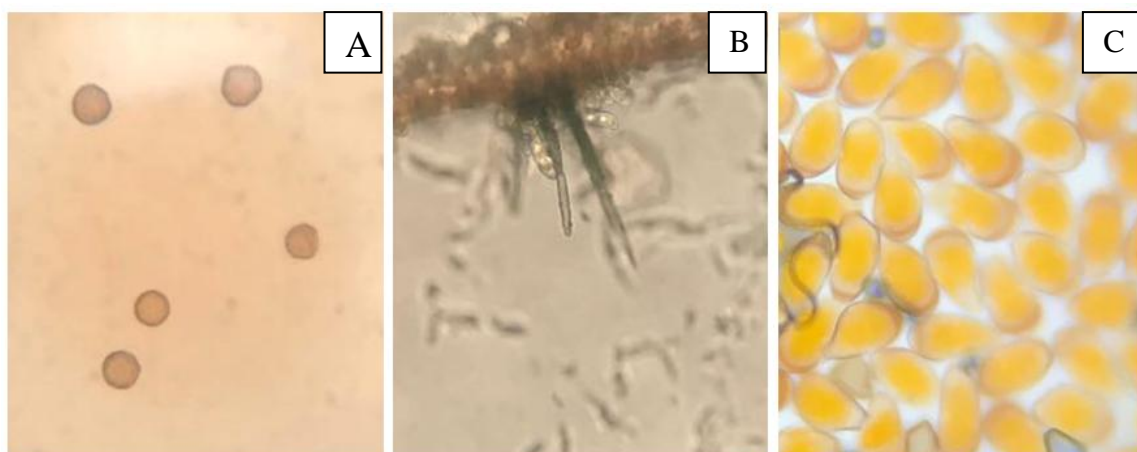
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott, a nível de 5% de significância utilizando o *software* Sisvar (FERREIRA, 2010).

## 5. RESULTADO E DISCUSSÃO

No experimento foi observada a presença de carvão, podridão vermelha e ferrugem (Figura 1) que tem como agentes causais os fungos *Ustilago scitaminea*, *Colletotrichum falcatum* e *Puccinia* sp., respectivamente (Figura 2).



**Figura 1.** Sintomas de carvão de cana-de-açúcar, causada pelo fungo *Ustilago scitaminea* (A) podridão vermelha, causada pelo fungo *Colletotrichum falcatum* (B) e ferrugem, causada por *Puccinia* sp. (C).



**Figura 2.** Estruturas do fungo *Ustilago scitaminea* (A) *Colletotrichum falcatum* (B) e *Puccinia* sp. (C) visualizadas em microscópio óptico.

Segundo Silva et al. (2014), o carvão da cana-de-açúcar, que tem como agente causal o fungo *Ustilago scitaminea*, é considerada uma das mais importantes doenças dessa cultura, podendo causar perdas de 100% em áreas com variedades suscetíveis. De acordo com esses mesmos autores, a ocorrência do carvão deve ser vista como um fator de risco à produção de cana-de-açúcar, especialmente se variedades suscetíveis forem cultivadas e é importante adotar medidas que visem evitar a disseminação do carvão para outras regiões do estado.

A podridão vermelha, causada pelo fungo *Colletrichum facutum*, é uma doença que causa sérios problemas nos canaviais e tem se disseminado facilmente pela áreas produtoras, sendo responsável por causa drástica redução no rendimento e deterioração na qualidade da sacarose (SINGH et al., 2017). Esse patógeno causa morte de gemas, ocasiona redução da germinação de toletes, manchas em folhas e apodrecimento do colmo, e todo sintoma associado a esse microrganismo é denominado de podridão vermelha, embora a podridão só ocorra quando o ataque é nos colmos das plantas (NECHET et al., 2016). No Brasil, as maiores perdas de podridão vermelha estão associadas a lesões causadas pela broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) (PANNUTI et al., 2013) e podem variar de 50% a 70 % de sacarose em colmos atacados simultaneamente pelo fungo e pela broca-da-cana (SANTIAGO e ROSSETTO, 2010).

A ferrugem alaranjada causada pelos fungos *Puccinia kuehnii* (LIMA et al., 2017) e ferrugem marrom, causada pelo fungo *Puccinia melanocephala* (BARRETO et al., 2017), também são responsáveis por consideráveis danos econômicos em diversas cultivares disponíveis atualmente no mercado. Em condições de campo essas doenças podem ser confundidas e diferenciar essas ferrugens no campo somente pela aparência requer certo treinamento, pois seus sintomas e estruturas de resistência são muito parecidos (FERRARI, 2010). A ferrugem prejudica a taxa fotossintética e vias correlatas, ocasionando reduções na altura e diâmetro dos colmos e na quantidade de perfilhos, comprometendo a produção final de biomassa (BARRETO et al., 2017).

Na Tabela 2, pode-se observar a resposta das variedades quanto à incidência da doença e presença e ausência de calcário. Para carvão, observou-se a incidência dessa doença apenas na variedade SP79-1011, tanto com ou sem aplicação de calcário, diferindo estatisticamente das demais variedades. Quanto à podridão vermelha foi constatada a incidência em todas as variedades estudadas, tanto na presença quanto na ausência de calcário, as quais não diferiram entre si. Já para ferrugem, com aplicação de calcário, com exceção para variedade RB002754, não foi verificada a incidência dessa

doença nas demais variedades, no entanto, não sendo observada diferença estatística. Ainda para ferrugem, na ausência da aplicação de calcário, a variedade RB951541 foi a que teve maior porcentagem de incidência, no entanto, não diferiu das variedades RB863129 e RB93509. Não foi verificado sintomas dessa doença nas variedades RB 96 2962, RB992506 e VAT90-212.

Quando comparou os resultados obtidos com a ausência e presença de calcário e sua relação com as variedades e doença nas parcelas, houve diferença estatística apenas para ferrugem. Apenas as variedades RB002754, RB962962, RB992506 e VAT90-212 não apresentaram incidência dessa doença, tanto na presença quanto na ausência de calcário. Para as demais variedades verificou-se diferença estatística para essa doença na ausência da aplicação de calcário, onde constatou-se que as mesmas tornaram-se mais suscetível ao ataque do patógeno, quando comparada com a aplicação do calcário. Apenas a variedade RB002754 foi acometida por essa doença na presença de calcário, demonstrando a influência positiva deste insumo na ocorrência desta doença (Tabela 2).

**Tabela 2.** Incidência de carvão, podridão vermelha e ferrugem em cana-de-açúcar, na presença e ausência de calcário.

Variedades	Doença					
	Carvão		Podridão vermelha		Ferrugem	
	Calcário		Calcário		Calcário	
	Presença	Ausência	Presença	Ausência	Presença	Ausência
RB002754	0bA	0bA	1aA	1aA	0,25aA	0,25cdA
RB021754	0bA	0bA	1aA	1aA	0aB	0,5bcA
RB1443	0bA	0bA	1aA	1aA	0aB	0,25cdA
RB863129	0bA	0bA	1aA	1aA	0aB	0,75abA
RB93509	0bA	0bA	1aA	1aA	0aB	0,75abA
RB951541	0bA	0bA	1aA	0,75aA	0aB	1aA
RB962962	0bA	0bA	1aA	1aA	0aA	0dA
RB992506	0bA	0bA	1aA	1aA	0aA	0dA
SP79-1011	1aA	1aA	1aA	1aA	0aB	0,5bcA
VAT90-212	0bA	0bA	1aA	1aA	0aA	0dA

Letras minúsculas na coluna com as mesmas letras não diferem entre si (VARIEDADES dentro de cada nível de CALCÁRIO e DOENÇA).  
Letras maiúsculas na linha com as mesmas letras não diferem entre si (CALCÁRIO dentro de cada nível de VARIEDADES e DOENÇA).

Com exceção da variedade SP79-1011, podemos verificar que houve redução significativa da incidência de ferrugem com aplicação de calcário, diferindo estatisticamente da ocorrência da podridão vermelha em todas as variedades.

Na ausência de calcário, foi constada incidência de carvão apenas na variedade SP79-1011. Quando comparado os resultados para podridão vermelha e ferrugem, não houve diferença estatística apenas para as variedades RB863129, RB93509 e RB951541, sendo comparadas diferenças entre as demais variedades (Tabela 2).

Chattopadhyay (1996) em trabalho realizado com *P. brassicae* em colza verificou que a correção do solo com calcário para pH 7,2 e 7,3 reduziu significativamente a incidência e a severidade da doença. Resultados semelhantes da influência da calagem também foi observado por Ruaro et al. (2010) e Santos et al. (2017) sobre o mesmo patógeno em couve-chinesa e couve-flor, respectivamente.

O efeito do pH na redução da doença sobre aplicação do calcário pode ser pelo fato que a elevação do pH tornar o ambiente desfavorável ao crescimento e multiplicação de patógenos fúngicos (MACCHERONI et al., 2004). Além disso, as concentrações ou atividades das formas iônicas de elementos nutritivos na solução do solo, que são usadas pelas plantas, são bastante dependentes do pH, e sua disponibilidade é maior em pH menor que 6,0 (RUARO et al., 2009). Isso favorece o desenvolvimento da planta, tornando-a bem nutrida e, conseqüentemente, mais resistente ao ataque de patógenos (MARTIELLO et al., 1997). Desta forma, o pH influencia tanto o patógeno como a planta.

Ruaro et al. (2010) enfatiza que para redução da incidência e severidade da doença é necessário avaliar a concentração de inóculo e a quantidade de corretivo a ser aplicado para elevar o pH, sendo nesse caso de fundamental importância verificar a relação custo/benefício no controle da doença quando envolver solos com altas concentrações de inóculo, e que ao mesmo tempo exijam grandes quantidades de calcário para a elevação dos seus níveis de pH.

## **6. CONCLUSÃO**

Nas variedades estudadas, apenas a SP79-1011 apresentou incidência de carvão, tanto na presença como na ausência de calcário.

Todas as variedades são suscetíveis à podridão vermelha.

Apenas a variedade RB002754 foi acometida por ferrugem na presença de calcário.

As variedades RB962962, RB992506 e VAT90-212 não apresentaram sintomas de ferrugem, tanto na presença quanto na ausência de calcário.

A aplicação do calcário influenciou positivamente na redução da incidência da ferrugem na cana-de-açúcar.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C. J.; SOUZA, P.M.; Impactos do crescimento da produção de cana-de-açúcar na agricultura dos oito maiores estados produtores. *Revista Ceres*, v. 61, n. 4, 2014.
- BALSALOBRE, T. W. A.; MANCINI, M. C.; PEREIRA, G. S.; ANONI, C. O.; BARRETO, F. Z.; HOFFMANN, P. H.; SOUZA, A. P.; GARCIA, A. A. F.; CARNEIRO, M.S. Mixed modeling of yield components and Brown rust resistance in sugarcane families. *Agronomy Journal*, v.108, p.1-14, 2016.
- BARRETO, F. Z.; BALSALOBRE, T. W. A.; CHAPOLA, R. G.; HOFFMANN, H. P.; CARNEIRO, M. S. Validação de marcadores moleculares associados à resistência à ferrugem marrom em cana-de-açúcar. *Summa Phytopathologica*, v. 43, n. 1, p. 36-40, 2017.
- BELLÉ, C.; KULCZYNSKI, S.M.; GOMES, C. B.; KUHN, P.R. Fitonematoides associados à cultura da cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul, Brasil. *Nematropica*, v. 44, n. 2, p. 207-217, 2014.
- CHATTOPADHYAY, A. K. Soil amendment with lime and organic matter on the control of club root disease of rapeseed mustard. *Indian Phytopathology*, v. 49, n.3, p.283- 285, 1996.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, Safra 2017/18. v. 4, n. 4, 77 p. Junho/ 2018.
- CORRÊA, P. R. S.; MORAES FILHO, O. *Síntese das necessidades de calcário para os solos dos estados da Bahia e Sergipe*. Superintendência Regional de Salvador. Informe de Recursos Minerais, Série Insumos Minerais para Agricultura, n.6, 2001.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V. Sugarcane straw and the population of pests and nematodes. *Scientia Agricola*, v. 70, n. 5, p. 305-310, 2013.

FERRARI, J. T. *Ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar*. Documento Técnico 005. 2010. p.8. Disponível em [http://www.biologico.sp.gov.br/docs/dt/ferrugem\\_cana.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/docs/dt/ferrugem_cana.pdf)

FERREIRA D. F. *Programa computacional Sisvar* – UFLA, versão 5.4, 2010.

HOY, J.W.; HOLLIER, C.A. Effect of brown rust on yield of sugarcane in Louisiana. *PlantDisease*, v.93, p.1171-1174, 2009.

LIMA, L. L.; SCALOPPI, E. A. G.; BARRETO, L. F. BARRETO, M. Temperaturas e períodos de molhamento foliar no desenvolvimento da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar (*Puccinia kuehnii*). *SummaPhytopathologica*, v. 43, n. 2, p. 132-135, 2017.

MACCHERONI W.; ARAÚJO, W. L.; AZEVEDO, J. L. Ambient pH-regulated enzyme secretion in endophytic and pathogenic isolates of the fungal genus *Colletotrichum*. *Scientiaagricola*, v. 61, n. 3, p. 298-302, 2004.

MATIELLO, R. R.; BARBIERI, R. L.; CARVALHO, F. I. F. Resistência de plantas a moléstias fúngicas. *Ciência rural*, v. 27, n. 1, p. 161-168, 1997.

MATSUOKA, S. Identificação de Doenças da Cana-de-Açúcar e Medidas de Controle. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. *Cana-de-açúcar: do plantio à colheita*, p. 89-115, 2013.

NETCHE, K. L.; RAMOS, B.P.; HALFELD-VIEIRA, B. A. Identificação de doenças fúngicas foliares emergentes em cana-de-açúcar. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 53), 2016, 5p.

PANNUTI, L. E. R.; BALDIN, E. L. L.; GAVA, G. J. C.; KÖLLN, O. T.; CRUZ, J. C. S. Danos do complexo broca-podridão à produtividade e à qualidade da cana-de-açúcar fertirrigada com doses de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 4, p. 381-387, 2013.

RAGO, A. M.; CASAGRANDE, M. V. & MASSOLA JÚNIOR, N. S. Variabilidade patogênica de *Ustilagoscitaminea* no estado de São Paulo. *SummaPhytopathologica*, v. 35, n. 2, p. 93-97, 2009.

RUARO, L.; LIMA NETO, D. C.; JÚNIOR, J. R. Influência do boro, de fontes de nitrogênio e do pH do solo no controle de hérnia das crucíferas causada por *Plasmodiophorabrassicae*. *Tropical PlantPathology* v. 34, 2009.

RUARO, L.; LIMA NETO, V. C.; MOTTA, A. C. V. Efeito do pH do solo em diferentes níveis de concentração de inóculo no controle de *Plasmodiophorabrassicae*. *SummaPhytopathologica*, v. 36, p. 16-20, 2010.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. Disponível em <http://www.agência.cnpt.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar>. Acesso: 23 de Junho de 2018.

SANTOS, C. A.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; COSTA, E. S. P.; DINIZ, C. S.; CARMO, M. G. F. Liming and biofungicide for the control of clubroot in cauliflower. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 47, n. 3, 2017.

SILVA, G. S.; ALCÂNTARA NETO, F.; LEITE, R. R.; SILVA, K. C.; MONTEIRO, M. M. S.; OLIVEIRA, M. A. M. Ocorrência do carvão da cana-de-açúcar nos Estados do Piauí e Maranhão. *SummaPhytopathologica*, v. 40, n.2, p. 187-187, 2014.

SINGH, A.; SINGH, P.; TIWARI, A. K.; SHARMA, B. L. Assessment of Sugarcane Germplasm (*Saccharum* spp. complex) Against Red Rot Pathogen *Colletotrichum falcatum*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 60, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TOKESHI, H.; RAGO, A. Doenças da cana-de-açúcar. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO L. E. A. (Ed.). *Manual de*

*Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas*. São Paulo: Ceres, 2005. v. 2, cap. 21, p. 185-196.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VALE, F. X. R. *Efeito da nutrição mineral sobre doenças de plantas causadas por patógenos de solo*. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto*. Viçosa: UFV, 2001. p. 347-403.